

#2

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 18 MAR 2003	
WIPO	PCT

PCT/E P03/2068

### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 10 898.6  
**Anmeldetag:** 08. März 2002  
**Anmelder/Inhaber:** Rüdiger Haaga GmbH, Oberndorf am Neckar/DE  
**Bezeichnung:** Vorrichtung zum Sterilisieren von Gegenständen  
**IPC:** A 61 L 2/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 06. Februar 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
im Auftrag

Agurs

Anmelder:  
Rüdiger Haaga GmbH  
Sonnenhalde 23  
78727 Altoberndorf

Stuttgart, den 08.03.2002  
P 41623 DE

### Zusammenfassung

Beschrieben wird eine Vorrichtung zum Sterilisieren von Gegenständen mittels eines Niederdruckplasmas. Zur Aufnahme der Gegenstände enthält die Vorrichtung eine evakuierbare Kammer, die mit einer Zuleitung für zu ionisierendes Gas verbindbar ist. Ferner ist eine Hochfrequenz-Sendereinrichtung mit einem Antennensystem zum induktiven Einkoppeln eines Wechselstromplasmas in die Kammer vorgesehen. Erfindungsgemäß enthält das Antennensystem zwei voneinander beabstandete Einkoppelspulen.

Anmelder:  
Rüdiger Haaga GmbH  
Sonnenhalde 23  
78727 Altoberndorf

Stuttgart, den 08.03.2002  
P 41623 DE

### Vorrichtung zum Sterilisieren von Gegenständen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Sterilisieren von Gegenständen mittels eines Niederdruckplasmas mit einer evakuierbaren und mit einer Zuleitung für zu ionisierendes Gas verbindbaren Kammer zur Aufnahme der Gegenstände sowie mit einem an eine Hochfrequenz-Sendereinrichtung angeschlossenen Antennensystem zum induktiven Einkoppeln eines Wechselstromplasmas in die Kammer.

Die sterilisierende Wirkung eines Plasmas beruht auf einer mechanischen Zerstörung der Keime durch Ionenbeschuss, ferner auf einer chemischen Zerstörung durch entstehende Radikale sowie auf einer Zerstörung durch UV-Licht. Bei nur geringem Energiebedarf kann das Plasma in kleinste Oberflächenrisse und -Löcher eindringen, wobei mit zunehmendem Unterdruck sich die Temperatur so weit verringern lässt, dass auch hitzeempfindliche Gegenstände, beispielsweise Kunststoff enthaltende medizinische Implantate, behandelt werden können.

Für die Einkopplung der Hochfrequenzleistung in die Kammer gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, von denen dann, wenn eine besonders hohe Elektronendichte erwünscht ist, sich die induktive Einkopplung bewährt hat. Antennensysteme zum induktiven Einkoppeln eines Wechselstromplasmas enthalten üblicherweise eine als Einkoppelspule ausgebildete Ringantenne, wobei ein senkrecht auf der Spulenfläche stehendes magnetisches Wechselfeld ein elektrisches Feld induziert, welches ähnlich einer Transformator-Sekundärwicklung im zu ionisierenden Gas eine Ringentladung erzeugt.

Bekannte Vorrichtungen mit induktiver Einkopplung eines Wechselstromplasmas im Bereich einer Begrenzungswand in eine Kammer haben den Nachteil, dass mit zunehmender Distanz zur Einkoppelspule in der Kammer eine starke Inhomogenität der Elektronendichteverteilung erzeugt wird, so dass Gegenstände in der Nähe der Hochfrequenz-Einkopplung intensiver plasmabehandelt werden als in größerer Entfernung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Homogenität der Elektronendichteverteilung in der Kammer zu verbessern, damit die zu sterilisierenden Gegenstände durch das Niederdruckplasma, insbesondere auch bei größerer dreidimensionaler Ausdehnung, gleichmäßiger behandelt werden.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass das Antennensystem zwei voneinander beabstandete Einkoppelspulen enthält.

Im Vergleich mit bekannten Kammern, die zum Sterilisieren von Gegenständen mittels eines Niederdruckplasmas nur eine Einkoppelspule zum induktiven Einkoppeln eines Wechselstromplasmas verwenden, führt die erfindungsgemäße Vorrichtung zu einer wesentlich gleichmäßigeren Elektronendichteverteilung. Dieser Effekt wird später anhand der Figur 2 näher erläutert werden. Wenn zwischen den beiden Einkoppelspulen ein vorgegebener definierter Abstand vorgesehen wird, dann überlagern sich die Elektronendichteverteilungen der zwei Einkoppelspulen und addieren sich die Verteilungen, so dass man in einem größeren Raumbereich zwischen den Einkoppelspulen eine weitgehend konstante Elektronendichte erreicht. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn der Abstand der Einkoppelspulen voneinander etwa dem Durchmesser der Einkoppelspulen entspricht. Dieser Abstand sollte nach Möglichkeit die Ausdehnung der zu sterilisierenden Gegenstände übersteigen. Dies lässt sich dadurch erreichen, dass sich die Einkoppelspulen im Bereich zweier gegenüberliegender Begrenzungswände der Kammer befinden.

Die Ausgestaltung der Einkoppelspulen selbst ist an sich beliebig. Vorteilhaft können an den Begrenzungswänden der Kammer planare oder spiralförmige Einkoppelspulen verwendet werden. Es ist jedoch alternativ möglich, helixförmige Einkoppelspulen in Bereich der Begrenzungswände der Kammer um die Kammer herumzuwickeln.

Mittels eines erfindungsgemäß erzeugten Wechselstromplasmas können sehr großvolumige Gegenstände sterilisiert werden, wobei die erzielbare Keimreduktion pro Zeitintervall auf der gesamten Oberfläche wenigstens annähernd gleich ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann

deshalb vorteilhaft besonders für medizinische Zwecke eingesetzt werden, beispielsweise zum Sterilisieren von Implantaten und Knochenersatzstoffen sowie medizinischen Geräten wie Bestecken, Endoskopen oder Spritzen.

Neben relativ kurzen Sterilisationszeiten, die je nach dem Material der Gegenstände zwischen einigen zehn Sekunden und ca. zwanzig Minuten liegen können, ergeben sich bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zusätzliche weitere positive Begleiteffekte:

Im Falle beispielsweise von Hüftimplantaten, die üblicherweise aus einer Materialkombination von Titan oder Keramik für die Kugel und ultrahochmolekularem Polyethylen für die Pfanne bestehen, kann eine gezielte Oberflächenmodifikation des Polyethylen erreicht werden, wodurch das Abriebverhalten der Oberfläche gezielt reduziert werden kann. Die Stärke der modifizierten Schicht ist dabei durch die Einwirkzeit des Plasmas steuerbar.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels.

Es zeigen:

Figur 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Sterilisieren von Gegenständen mittels eines Niederdruckplasmas,

Figur 2 ein Schaubild zum Erläutern der durch die Erfindung verbesserten Elektronendichteverteilung in der Kammer.

Die Vorrichtung nach Figur 1 enthält als wesentliche Bauteile ein Reaktorgehäuse 1 mit einer dem Sterilisieren mittels eines Niederdruckplasmas dienenden Kammer 2. Diese Kammer 2 kann zu sterilisierende Gegenstände 3 aufnehmen, die auf einer gestrichelt dargestellten Halterung 4 platziert sind. Die Kammer 2 ist sowohl an ein Vakuumpumpsystem 5 als auch an eine Zuleitung 6 für zu ionisierendes Gas angeschlossen. Weitere gegebenenfalls erforderliche Zusatzeinrichtungen sind hier nicht mit dargestellt, soweit sie für die erforderliche Erfindung unwesentlich sind.

Dem Erzeugen eines Wechselstromplasmas in der Kammer 2 dient eine Hochfrequenzsender-einrichtung 7, die bei diesem Ausführungsbeispiel einen Hochfrequenzgenerator 8 aufweist. Über

ein Anpassnetzwerk 9, auch Matchbox genannt, ist der Hochfrequenzgenerator 8 an ein Antennensystem angeschlossen, welches erfindungsgemäß aus zwei voneinander beabstandeten Einkoppelspulen 10 und 11 besteht. Diese Einkoppelspulen 10 und 11, die einen mittleren Durchmesser  $D$  aufweisen, haben voneinander einen Abstand  $A$ , der nach Möglichkeit die Ausdehnung der zu sterilisierenden Gegenstände 3 überschreiten sollte. Die Einkoppelspulen 10 und 11 werden deshalb zweckmäßig im Bereich zweier gegenüberliegender Begrenzungswände 12 und 13 des Reaktorgehäuses 1 angebracht.

Das Vakuumpumpensystem 5 kann vorteilhaft mehrere dem Evakuieren der Kammer 2 dienende Pumpen enthalten und beispielsweise aus einer Kombination einer Wälzkolbenpumpe und einer Drehschieberpumpe bestehen, wodurch man die Kammer 2 bis zu einem Unterdruck von etwa 1 Pa evakuieren kann. Der Hochfrequenzgenerator 8 arbeitet vorzugsweise mit einer zugelassenen Radiofrequenz von 13,56 MHz, bei einer regelbaren Leistung von bis zu 5 kW. Das Anpassnetzwerk 9 dient der reflexionsfreien Einkopplung der Hochfrequenzleistung in das Plasma.

Für die induktive Einkopplung des Wechselstromplasmas sind die Einkoppelspulen 10 und 11 außerhalb der Kammer 2 angebracht. Sie werden mit der Hochfrequenzspannung beaufschlagt, wodurch in Axialrichtung im Inneren der Einkoppelspulen 10 und 11 ein magnetisches Wechselfeld der Anregungsfrequenz erzeugt wird. Dieses Magnetfeld wiederum induziert ein elektrisches Wirbelfeld, dessen Feldlinien sich kreisringförmig um die Magnetfeldlinien herumwinden.

Das evakuierbare Reaktorgehäuse 1 muss aus dielektrischem Material gefertigt sein, da sonst Wandströme das Wechselfeld am Eindringen in die Kammer 2 hindern können.

Nachfolgend wird anhand der Figur 2 die erfindungsgemäß verbesserte Elektronendichteverteilung erläutert.

Bei dem Schaubild nach Figur 2 ist die Elektronendichteverteilung  $n_e$  als Ordinate über der Höhenachse  $z$  der Kammer 2 als Abszisse dargestellt. In einem Abstand  $A$  voneinander erkennt man die beiden Einkoppelspulen 10 und 11.

Wäre nur die Einkoppelspule 10 vorhanden, wie dies bei herkömmlichen Vorrichtungen der Fall ist, dann würde sich in der Kammer 2 eine Elektronendichteverteilung gemäß der strichpunktiert dargestellten Kurve 14 ergeben. Wäre andererseits nur die Einkoppelspule 11 vorhanden, dann

würde sich in der Kammer 2 eine Elektronendichteverteilung gemäß der gepunktet dargestellten Kurve 15 ergeben.

Dadurch, dass in einem geeigneten Abstand A voneinander zwei Einkoppelspulen 10 und 11 vorhanden sind, überlagern sich die Elektronendichteverteilungen der beiden Kurven 14 und 15. Dies ist schematisch mit der durchgezogenen Linie 16 dargestellt, die somit als Summenkurve zu verstehen ist und die die wahre Elektronendichteverteilung in der Kammer 2 bei Vorhandensein von zwei Einkoppelspulen 10 und 11 wiedergibt. Man erkennt, dass die Kurve 16 einen längeren horizontalen Ast aufweist, dessen Länge nach Möglichkeit der Ausdehnung des zu sterilisierenden Gegenstandes 3 entsprechen sollte. In einem solchen Falle ergibt sich eine ideale Elektronendichteverteilung zum Sterilisieren des Gegenstandes 3.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Sterilisieren von Gegenständen mittels eines Niederdruckplasmas, mit einer evakuierbaren und mit einer Zuleitung für zu ionisierendes Gas verbindbaren Kammer zur Aufnahme der Gegenstände sowie mit einem an eine Hochfrequenz-Sendereinrichtung angeschlossenen Antennensystem zum induktiven Einkoppeln eines Wechselstromplasmas in die Kammer, dadurch gekennzeichnet, dass das Antennensystem zwei voneinander beabstandete Einkoppelspulen (10,11) enthält.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (A) der Einkoppelspulen (10,11) voneinander etwa dem mittleren Durchmesser (D) der Einkoppelspulen (10,11) entspricht.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Einkoppelspulen (10,11) im Bereich zweier gegenüberliegender Begrenzungswände (12,13) der Kammer (2) befinden.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand (A) der Einkoppelspulen (10,11) die Ausdehnung der zu sterilisierenden Gegenstände (3) übersteigt.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass beide Einkoppelspulen (10,11) an einen gemeinsamen Hochfrequenzgenerator (8) angeschlossen sind.



Fig. 1

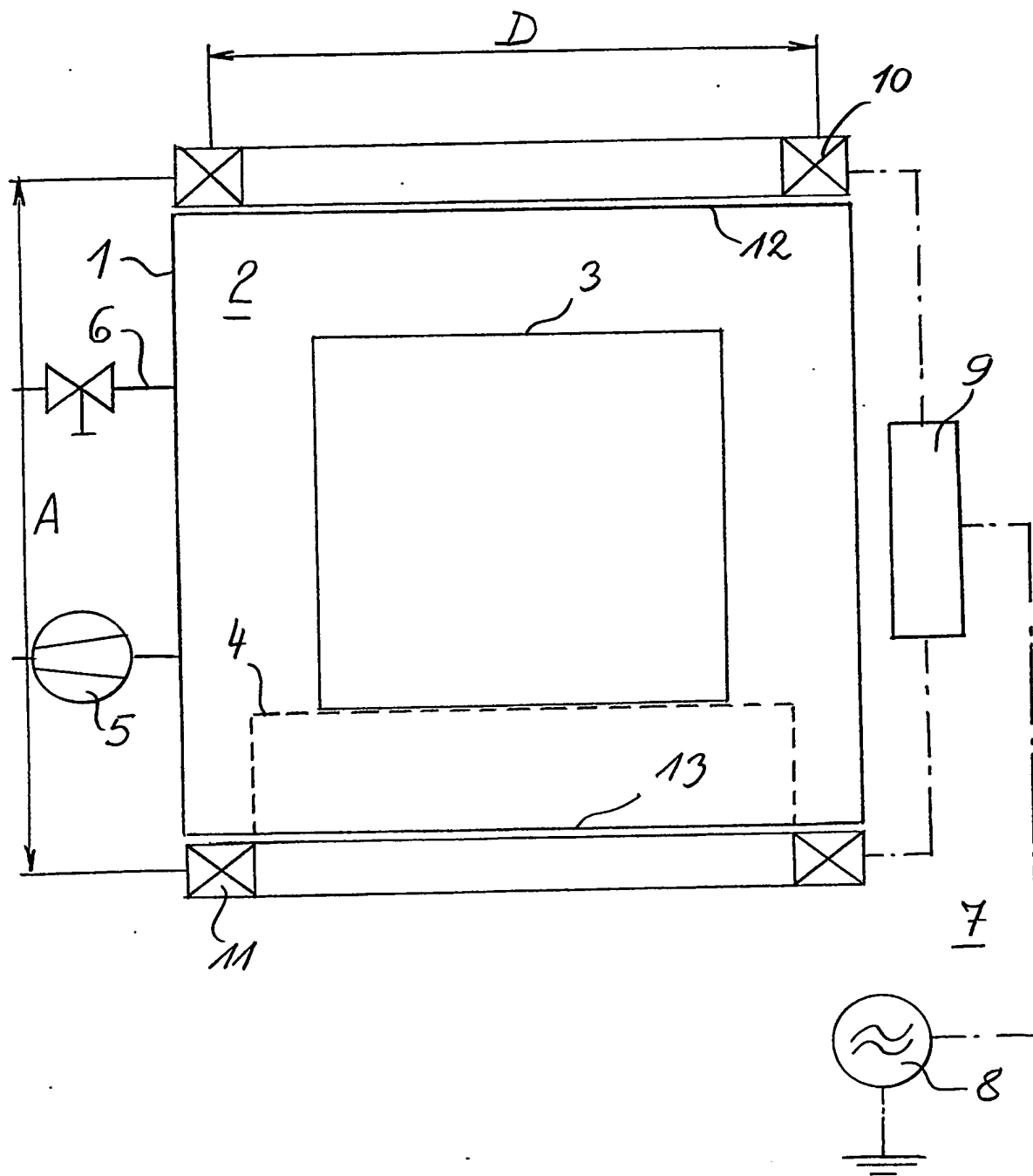
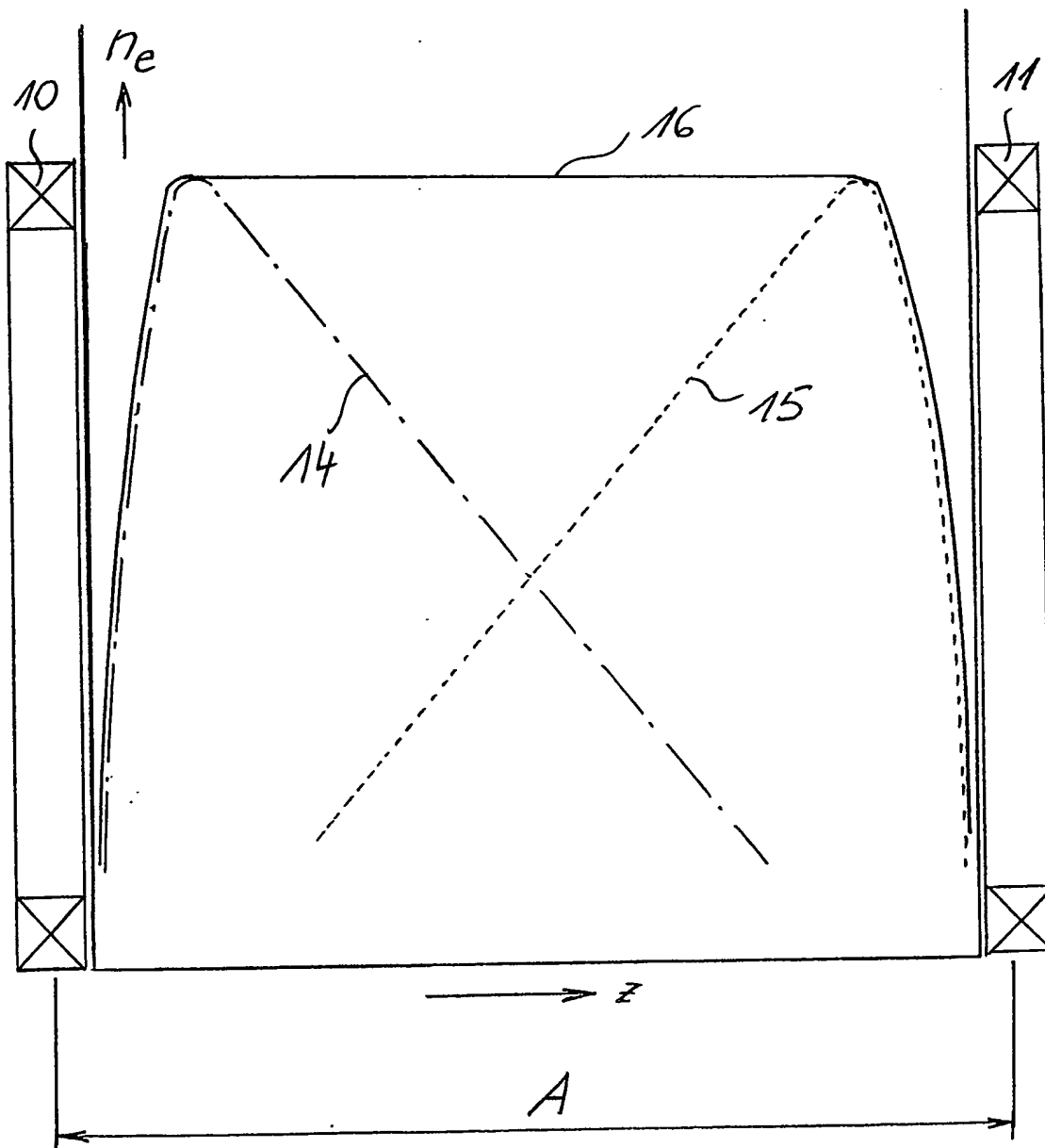


Fig. 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**